

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 270305

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 10 月 9 日

(51) Int. Cl. ⁶

H01L 21/027

識別記号

庁内整理番号

F I

H01L 21/30

516

B

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 91461

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 3 月 26 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 山本 直幸

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株

式会社ニコン内

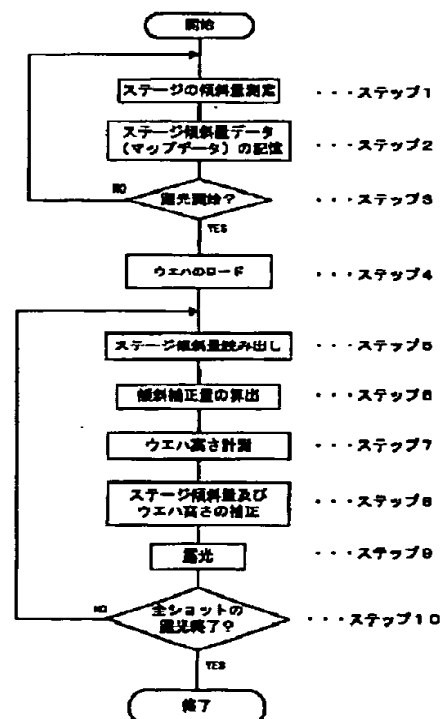
(74) 代理人 弁理士 飯塚 雄二

(54) 【発明の名称】 露光方法

(57) 【要約】

【課題】 ステージの製造コストを低く抑えけるとともに、スループットの向上を図ること。

【解決手段】 感応基板 (14) を可動ステージ (20) 上に載置する前に、ステージ (20) 上の複数位置において、投影光学系 (12) の結像面に対するステージ (20) の傾斜量を計測し、これを記憶する。露光に先立ち、感応基板 (14) をステージ (20) 上の所定位置に載置した後、当該感応基板 (14) に対して、投影光学系 (12) の光軸 (AX) 方向の高さ位置を検出する。そして、検出された感応基板 (14) の高さ位置と記憶されたステージ (20) の傾斜量とに基づいて、マスク (10) に形成されたパターンの像を感応基板 (14) 上に転写する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して可動ステージに載置された感応基板上に転写する露光方法において、

前記感応基板を前記ステージ上に載置する前に、前記ステージ上の複数位置において、前記投影光学系の結像面に対する前記ステージの傾斜量を計測するステップと；計測された前記ステージの傾斜量を記憶するステップと；前記感応基板を前記ステージ上の所定位置に載置するステップと；所定の位置に載置された前記感応基板に対して、前記投影光学系の光軸方向の高さ位置を検出するステップと；検出された前記感応基板の高さ位置と記憶された前記ステージの傾斜量とに基づいて、前記感応基板上に転写するステップとを含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 前記ステージの傾斜量を計測するステップは、前記ステージ上に配置された $m \times n$ の格子点上で行われることを特徴とする請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】 前記ステージの傾斜量を計測するステップは、前記ステージの可動範囲内で計測することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光方法。

【請求項 4】 前記感応基板上に転写する前に、前記傾斜量を補正するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 ないし 3 記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して可動ステージに載置された感応基板上に転写する露光方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 半導体製造工程等に用いられる露光装置においては、マスクに形成されたパターンの像を感応基板上に正確に転写するために、投影光学系の結像面に対する感応基板の傾斜量を補正することが重要である。従来の露光装置においては、例えば、露光装置の仕様に応じて感応基板を載置するステージの走り面を高精度で平坦加工することによって、当該ステージの移動に伴う傾斜量の変動を防止していた。しかしながら、ステージの傾斜量制御がそのステージの走り面の加工精度に依存するため、ステージの傾斜量制御の精度向上に限界が生じると共に、精密な機械加工のためにステージの製造コストが高くなる等の種々の不都合があった。

【 0 0 0 3 】 この不都合を解消するため、種々の手法が行われてきた。例えば、特開平 5 - 2 8 3 3 1 0 には、投影光学系の結像面に対する感応基板の表面傾斜量をグローバルに補正する方法、所謂 E G L (Enhanced Global Leveling) 方式を採用した露光方法が開示されている。この方法においては、処理対象となる感応基板をステージ上に載置した後、投影光学系の結像面に対するその感応基板の表面の傾斜量（凹凸）を複数点で計測す

る。そして、その計測結果に基づいて感応基板全体の表面傾斜量を統計的に求め、求められた傾斜量に基づいて感応基板の表面傾斜の補正を行っている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のようにステージ上に感応基板を載置した後に、その感応基板の表面の傾斜量をその都度統計的演算を介して計測する方法では、スループットが低下するという不都合があった。

10 【 0 0 0 5 】 本発明は上記のような不都合に鑑みて成されたものであり、ステージの製造コストを低く抑えるとともに、スループットの向上を図り得る露光方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明の露光方法においては、感応基板（14）を可動ステージ（20）上に載置する前に、ステージ（20）上の複数位置において、投影光学系（12）の結像面に対するステージ（20）の傾斜量を計測し、これを記憶する。露光に先立ち、感応基板（14）をステージ（20）上の所定位置に載置した後、当該感応基板（14）に対して、投影光学系（12）の光軸（AX）方向の高さ位置を検出する。そして、検出された感応基板（14）の高さ位置と記憶されたステージ（20）の傾斜量とに基づいて、マスク（10）に形成されたパターンの像を感応基板（14）上に転写する。以上のような本発明においては、ステージ（20）上に配置された $m \times n$ の格子点上でステージ（20）の傾斜量を計測することが望ましい。尚、 m 及び n は正数とする。

30 【 0 0 0 7 】 本発明によれば、予め記憶されているステージ（20）の傾斜量を露光を行うときに読み出して、その傾斜量を補正することができる。このため、各感応基板（14）あるいは各ショット毎の露光時に、感応基板（14）表面の傾斜量を計測する必要が無く、スループットの向上を図ることができる。また、従来のように、ステージの傾斜量の計測精度をステージの走り面の加工精度に依存する必要がないため、ステージ（20、30、34）の製造コストを低く抑えることが可能となる。

40 【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】 図 1 は本形態にかかる投影露光装置を示す。本形態は、マスクとしてのレチクル 10 上に形成されたパターンの像を、投影光学系 12 を介して感応基板としてのウエハ 14 上に転写する半導体デバイス製造用の投影露光装置に本発明を適用したものである。本形態の投影露光装置においては、光源を含む照明系 16 から射出された均一な照度を有する露光光が、レチクルホルダー 18 に保持されたレチクル 10 に照射されるようになっている。レチクル 10 の下面には転写用パターン（図示せず）が形成されており、そのパターンの像

が投影光学系 12 によってウエハ 14 上に所定の倍率で投影される。

【0009】ウエハ 14 は、レベリングステージ 20 上に載置されたウエハホルダ 38 (図 2 参照) により、真空吸着等の方法によって保持される。矩形的レベリングステージ 20 上の 2 辺には、移動鏡 24 X, 24 Y が設置されており、レーザ干渉計 26 X, 26 Y (図 2 参照) から射出されるレーザ光をそれぞれ反射するようになっている。レーザ干渉計 26 X は、レベリングステージ 20 の X 方向 (図 1 中の左右方向) の座標位置を計測し、レーザ干渉計 26 Y は、レベリングステージ 20 の Y 方向 (図 1 の紙面と垂直な方向) の座標位置を計測する。各レーザ干渉計 26 X, 26 Y は、投影光学系 12 に固定設置された不図示の固定鏡からの反射光と各移動鏡 24 X, 24 Y からの反射光の干渉状態に基づいてレベリングステージ 20 の座標位置を各々計測するようになっている。また、レベリングステージ 20 は、後に詳述するように、投影光学系 12 の光軸 AX と平行な Z 方向 (図 1 の上下方向) の位置調整 (フォーカス調整) 及びレベリング調整を行えるように構成されている。

【0010】レベリングステージ 20 は、X ステージ駆動系 32 によって X 方向に移動可能な X ステージ 30 上に設置されている。また、X ステージ 30 は、Y ステージ駆動系 36 によって Y 方向に移動可能な Y ステージ 34 上に設置されている。投影光学系 12 の側部には、斜入射方式のオートフォーカス装置を構成する送光系 40 と受光系 42 とが配置されている。送光系 40 からスリット状の光をウエハ 14 の表面に斜め方向から照射し、その反射光を受光系 42 で検出するようになっている。このようなオートフォーカス装置 (40, 42) によ

って、投影光学系 12 の光軸 AX 方向 (Z 方向) のウエハ 14 の表面高さを計測できるようになっている。

【0011】次に、図 1 に示す投影露光装置のレベリングステージ 20 の周辺の構成について、図 2 を用いて説明する。図 1 にも示すように、X 軸干渉計 26 X の横にはコリメータ 28 が併設され、また、Y 軸干渉計 26 Y の横にはコリメータ 29 が併設されている。コリメータ 28 は、移動鏡 24 X に対して計測用の光を照射し、その反射光に基づいてレベリングステージ 20 の Y 軸周りの傾斜量 (傾斜角) を計測する。また、コリメータ 29 も同様に、移動鏡 24 Y に対して計測用の光を照射し、その反射光に基づいてレベリングステージ 20 の X 軸周りの傾斜量 (傾斜角) を計測する。このようなレベリングステージ 20 の傾斜量の計測は、ウエハ 14 をレベリングステージ 20 上に載置する前、すなわち露光前に予め実行される。

【0012】図 3 は、レベリングステージ 20 の駆動系の構成を示す。レベリングステージ 20 と X ステージ 30 との間には、レベリングステージ 20 を投影光学系 12 の光軸 AX と平行な方向 (Z 方向) に駆動する 3 つの

直流モータ (DC モータ) 46, 48, 50 が配置されている。また、DC モータ 46, 48, 50 には、各モータの回転量をモニターするエンコーダ 52, 54, 56 がそれぞれ接続されている。すなわち、エンコーダ 52, 54, 56 の検出値によって、DC モータ 46, 48, 50 によるレベリングステージ 20 の駆動量をモニターすることができる。本形態においては、3 つの DC モータ 46, 48, 50 をそれぞれ独立して制御できる構成となっており、レベリングステージ 20 の傾斜量調整のみならず、Z 方向の位置調整 (フォーカス調整) を行うことが可能となっている。なお、図中符号 62 及び 60 は、投影光学系 12 の結像面である X ステージ 30 (レベリングステージ 20) の理想の走行面と、実際の走行面とを各々示す。図 3 においては、X ステージ 30 の走行面 60 の理想面 62 に対する傾斜の度合いを極端に示しているが、加工精度等の種々の理由により Y ステージ 34 (図 1 参照) 上の X ステージ 30 の走行面が理想面 62 に対して傾斜している。

【0013】次に、本形態によるレベリング機能に関係する制御系の構成を図 4 を用いて説明する。全体の制御を総括的に行う CPU (中央処理装置) 66 には、所定の演算を行う演算部 68 と、レベリングステージ 20 の傾斜量に関するデータ等を記憶するメモリ 70 とが接続されている。上述したように、DC モータ 46, 48, 50 の駆動量を示すデータがエンコーダ 52, 54, 56 から CPU 66 に対して供給される。オートフォーカス装置 (40, 42) の受光系 42 からは、ウエハ 14 の表面の Z 方向の位置を示すデータ (高さ情報) が CPU 66 に供給される。コリメータ 28, 29 からは、レベリングステージ 20 の傾斜量を示すデータが CPU 66 に供給され、X 軸干渉計 26 X 及び Y 軸干渉計 26 Y からは、レベリングステージ 20 の XY 平面内の座標位置を示すデータが CPU 66 に供給される。

【0014】CPU 66 は、コリメータ 28, 29 及び 2 つの干渉計 26 X, 26 Y からの情報に基づき、レベリングステージ 20 上の複数点での傾斜量をマップデータとしてメモリ 70 に保存する。傾斜量の計測点としては、図 5 に示すように、レベリングステージ 20 の可動範囲に存在する $m \times n$ 、例えば 10×10 の格子点 44 で行う。すなわち、露光を行う前に、格子点 44 におけるレベリングステージ 20 の傾斜量をコリメータ 28, 29 を用いて計測する。レベリングステージ 20 の傾斜量を計測する点の数は、上述したように 10×10 に限らず、必要に応じて増減し、また計測点の配置を変更することができる。

【0015】露光に際して CPU 66 は、メモリ 70 に記憶された傾斜量データを読み出し、ウエハ 14 の各ショット領域の傾斜補正量 (DC モータの駆動量) を演算部 68 において算出する。そして、エンコーダ 52, 54, 56 からの情報を参照しつつ DC モータ 46, 4

8, 50を駆動することにより、レベリングステージ20の傾斜補正を行う。更に、CPU66は、オートフォーカス装置の受光系42からのフォーカス位置（高さ位置）情報に基づいて、DCモータ46, 48, 50を駆動することにより、ウエハ14のフォーカス制御（高さ調整）を行う。すなわち、ウエハ14の露光面を投影光学系12の最良結像面に一致させる制御を行う。

【0016】次に、本形態の動作を図6に示すフローチャートに沿って説明する。まず、ウエハ14をウエハホルダ38上にロードする前に、ステップ1として、レベリングステージ20の傾斜量を測定する。この時、Xステージ駆動系32及びYステージ駆動系36は、X軸干渉計26X及びY軸干渉計26Yからの座標位置情報と、予めメモリ70に記憶してある $m \times n$ の格子状計測点の位置とに基づいてレベリングステージ20をXY平面内で駆動させる。CPU66は、コリメータ28, 29からの情報に基づいて格子点44におけるレベリングステージ20の傾斜量をメモリ70にマップデータとして記憶する。つまり、CPU66は、レベリングステージ20上の格子点44をXステージ駆動系32及びYステージ駆動系36を介して、露光位置である投影光学系12の光軸AX上に順次配置し、その時のX軸及びY軸周りの傾斜量をコリメータ28, 29によって各々計測する。

【0017】その後、露光を開始する場合には（ステップ3）、ウエハ14をレベリングステージ20上のウエハホルダ38に載置する（ステップ4）。次に、ウエハ14のショット領域（露光領域）の中心を露光位置である投影光学系12の光軸AX上まで移動する。そして、ステップ5として、CPU66はメモリ70に記憶されている傾斜量データを読み出し、演算部68により露光位置にあるショット領域に対するレベリングステージ20の傾斜補正量を算出する。ここで、図5に示す格子点44の位置が必ずしもウエハ14のショット領域の中心と一致するとは限らないため、例えば、近接する複数点の傾斜量データの平均値を採ることによって、そのショット領域におけるレベリングステージ20の傾斜補正量を算出する（ステップ6）。

【0018】次に、CPU66は、ステップ7として、オートフォーカス装置40, 42を作動させ、露光位置にあるショット領域におけるウエハ14のZ方向高さを検出する。演算部68は、オートフォーカス装置の受光系42からの信号に基づき、レベリングステージ20のZ方向の補正量（フォーカス制御量）を算出する。次に、演算部68は、また、CPU66を介して供給されるエンコード52, 54, 56からのデータを参照しつつ、レベリングステージ20の傾斜補正量及びZ方向補正量とに基づいて、DCモータ46, 48, 50の駆動量を算出する。

【0019】次に、CPU66は演算部68によって算

出された駆動量に基づいて、DCモータ46, 48, 50を駆動制御し、これらDCモータ46, 48, 50が配置された3点におけるレベリングステージ20の位置調整を行うことにより、フォーカス制御とレベリング制御とを実行する。すなわち、露光位置においてレベリングステージ20が投影光学系12の結像面と平行になり、ウエハ14の露光面が投影光学系12の最良結像位置と一致するように調整を行う。その後、ステップ9として、上記のように傾斜補正及びフォーカス調整されたショット領域に対して、レチクル10のパターンの像を投影光学系12を介して転写する。以降は、各ショット領域に対して上記の動作を繰り返し、ウエハ14の全てのショット領域に対する露光が終了した時点で（ステップ10）、ウエハ14をアンロードする。なお、レベリングステージ20の傾斜補正動作と、ウエハ14の高さ制御とは、必ずしも同時にする必要はなく、一方の制御の後で他方の制御を行うようにしてもよい。

【0020】以上、本発明の形態について説明したが、本発明はこれらの形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示された本発明の技術的思想としての要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ステージの製造コストを低く抑えるとともに、スループットの向上を図ることができるという効果がある。すなわち、従来のように、ステージの傾斜量の計測精度をステージの走り面の加工精度に依存する必要がないため、ステージ（20, 30, 34）の製造コストを低く抑えることが可能となる。また、露光前にステージ（20）の傾斜量を測定して記憶しておき、露光を行うときに記憶されている傾斜量を読み出してステージのレベリング補正をしているため、各感応基板（14）あるいは各ショット毎の露光時に、感応基板（14）表面の傾斜量を計測する必要が無く、スループットの向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の1形態にかかる投影露光装置の構成を示す概念図である。

【図2】図2は、図1の投影露光装置のレベリングステージ周辺の構成を示す平面図である。

【図3】図3は、図1の投影露光装置のレベリングステージ周辺の構成を示す側面図である。

【図4】図4は、本形態のレベリング調整及びフォーカス調整に関する制御系の構成を示すブロック図である。

【図5】図5は、本形態の作用を説明するために使用される説明図であり、レベリングステージを平面方向から見た様子を示す。

【図6】図6は、本形態の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

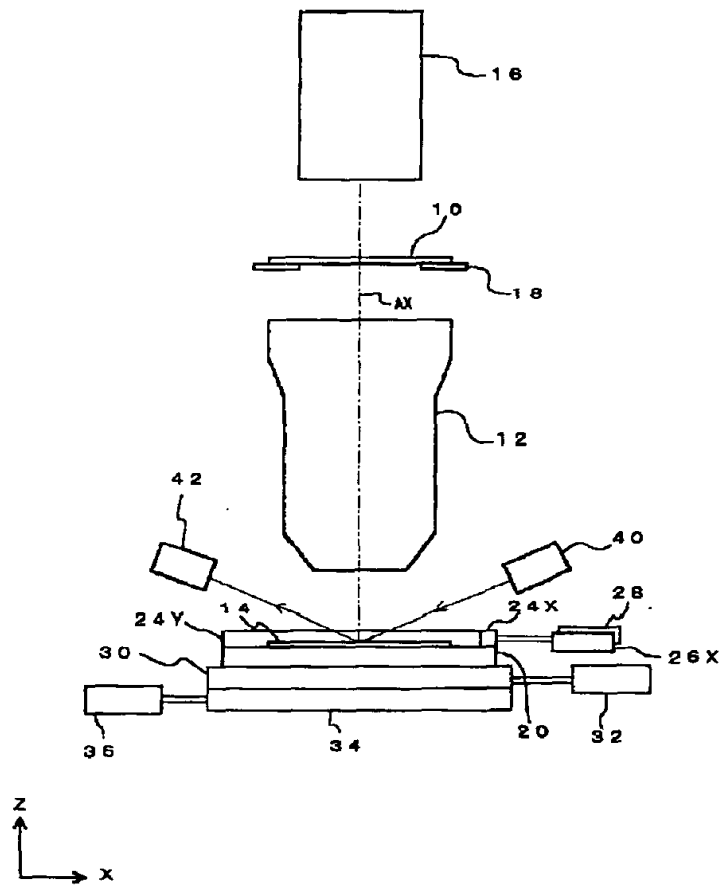
7

8

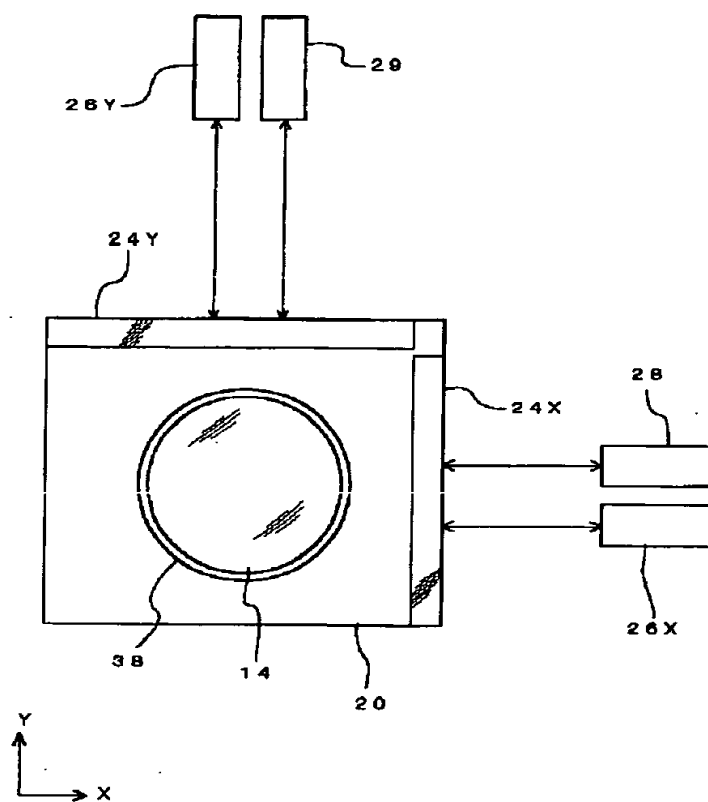
1 0 . . . レチクル
 1 2 . . . 投影光学系
 1 4 . . . ウエハ
 2 0 . . . レベリングステージ
 2 8 , 2 9 . . . コリメータ
 3 0 . . . Xステージ
 3 4 . . . Yステージ
 4 0 . . . オートフォーカス装置送光系

4 2 . . . オートフォーカス装置受光系
 4 4 . . . 格子点
 4 6 , 4 8 , 5 0 . . . D C モータ
 5 2 , 5 4 , 5 6 . . . エンコーダ
 6 6 . . . C P U
 6 8 . . . 演算部
 7 0 . . . メモリ

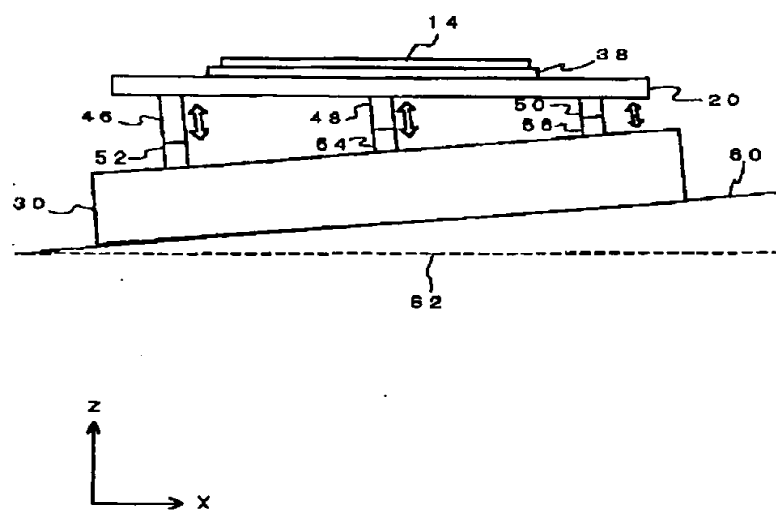
【図 1】



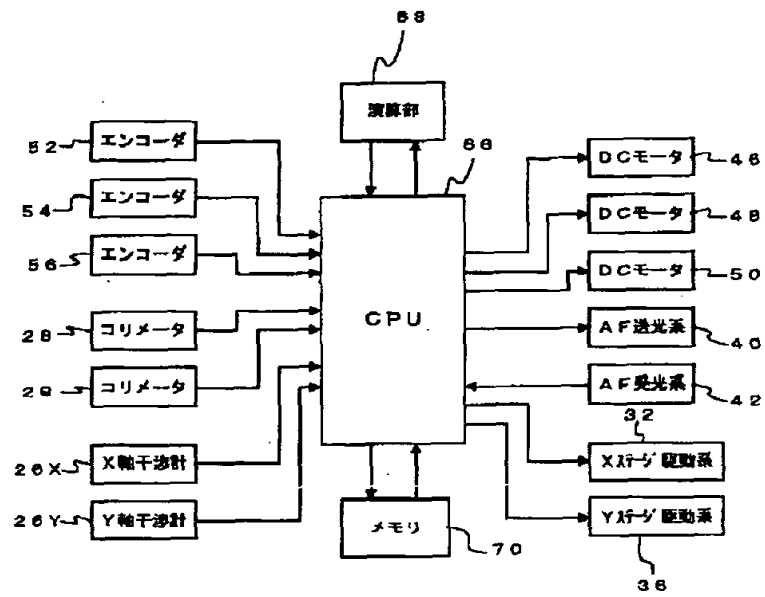
【図 2】



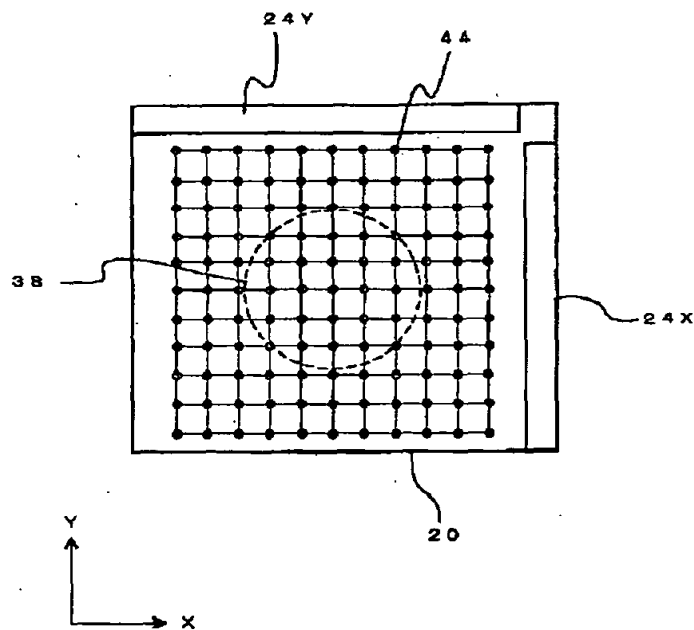
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

